

E 10 D9

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
25. Januar 2001 (25.01.2001)

PCT

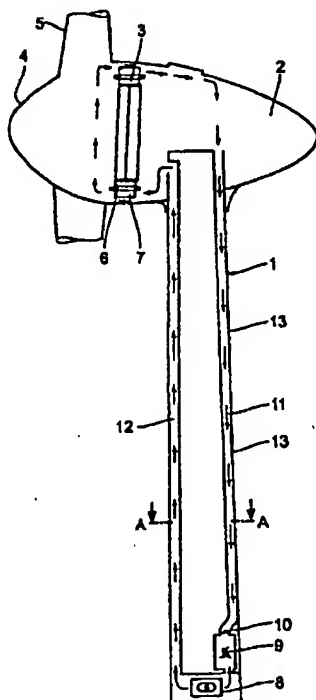
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/06121 A1

- |   |                             |   |
|---|-----------------------------|---|
| (51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : | F03D 11/00                  | (71) Anmelder und   |
| (21) Internationales Aktenzeichen:                      | PCT/EP00/03828              | (72) Erfinder: WOBLEN, Aloys [DE/DE]; Argestrass 19, D-26607 Aurich (DE).   |
| (22) Internationales Anmeldedatum:                      | 27. April 2000 (27.04.2000) | (74) Anwalt: RABUS, Werner, W.; Eisenführ, Speiser & Partner, Martinstrasse 24, D-28195 Bremen (DE).  |
| (25) Einreichungssprache:                               | Deutsch                     | (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW. |
| (26) Veröffentlichungssprache:                          | Deutsch                     |   |
| (30) Angaben zur Priorität:                             |                             |   |
| 199 32 394.1  | 14. Juli 1999 (14.07.1999)  | DE  |
| 199 36 069.3  | 30. Juli 1999 (30.07.1999)  | DE  |
| 100 00 370.2  | 7. Januar 2000 (07.01.2000) | DE  |

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: WIND ENERGY FACILITY, WITH A CLOSED COOLING CIRCUIT

(54) Bezeichnung: WINDENERGIEANLAGE MIT EINEM GESCHLOSSENEN KÜHLKREISLAUF



(57) Abstract: The invention aims t providing a cooling system for a wind energy facility which reduces losses in said facility. To this end, the wind energy facility (1) has a fully or at least partially closed cooling circuit, whereby the heat to be dissipated from the cooling circuit is evacuated by means of the tower (3) or the nacelle (2) of the wind energy facility (1).

(57) Zusammenfassung: Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Kühlung für eine Windenergieanlage vorzusehen, welche die Verluste der Windenergieanlage reduziert. Windenergieanlage (1) mit einem völlig geschlossenen oder wenigstens teilweise geschlossenen Kühlkreislauf, bei welchem die aus dem Kühlkreislauf abzuführende Wärme über dem Turm (3) oder die Gondel (2) der Windenergieanlage (1) abgegeben wird.

WO 01/06121 A1

BEST AVAILABLE COPY



(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

#### Windenergieanlage mit einem geschlossenen Kühlkreislauf

---

Bei der Umformung von Energie entstehen regelmäßig Verluste in Form von Wärme. Dies gilt sowohl bei von der Umformung der kinetischen Energie des Windes in elektrische Energie im Generator einer Windenergieanlage, wobei sich diese Verluste regelmäßig im Hauptantriebsstrang der Windenergieanlage einstellen als auch bei der elektrischen Einspeisung der von der Windenergieanlage erzeugten Energie in ein Mittelspannungsnetz. Hierzu sind regelmäßig Einrichtungen der Leistungselektronik, beispielsweise Wechselrichter und/oder Transformatoren notwendig. Im Hauptantriebsstrang, welcher über eine Windenergieanlage in der Gondel der Windenergieanlage untergebracht ist, entstehen die Verluste maßgeblich im Getriebe, an den Lagern und im Generator oder an anderen Steuereinheiten wie z.B. in den Hydraulikanlagen oder ähnlichen Steuer- und Regelungseinheiten, mittels denen die Rotorblätter angestellt oder die Windenergieanlage zum Wind gestellt wird. Bei getriebelosen Windenergieanlagen, z.B. vom Typ E-66 der Firma Enercon, entstehen die Hauptverluste beim Hauptantriebsstrang im Generator, d.h. in der Gondel (Kopf) der Windenergieanlage.

Beider Netzeinspeisung entstehen maßgeblich die Verluste beim Netztransformator und ggf. in der Leistungselektronik, z.B. im Wechselrichter.

Bei einer 1,5 Megawatt Windenergieanlage können die Verluste durchaus im Bereich von 60 bis 100 kW liegen. Diese Verluste werden bislang über Lüfter an die Umgebung abgeführt. Dabei wird mittels der Lüfter kalte Luft von außen angesaugt und das entsprechende Bauteil, z.B. der Generator gekühlt. Die erwärmte Luft wird anschließend wieder nach außen geblasen.

Es sind auch bereits Überlegungen darüber gemacht worden, den Generator mit Wasser zu kühlen und das dann erwärmte Wasser mit einem Wärmetauscher wieder herunterzukühlen. Alle diese bekannten Lösungen haben gemeinsam, daß stets sehr viel Luft von außen benötigt ist. Dies ist besonders nachteilig, wenn die Außenluft feucht oder - insbesondere in Küstenregionen - salzhaltig ist und die Kühlelemente mit dieser feuchten und salzhaltigen Luft beaufschlagt werden. Besonders extrem ist diese Problematik bei Windenergieanlagen, die direkt an der Küste oder - in der Offshore-Technik - im Salzwasser stehen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, die vorgenannten Nachteile zu vermeiden und eine Kühlung für eine Windenergieanlage vorzusehen, welche die Verluste der Windenergieanlage reduziert.

Die Aufgabe wird mit einer Windenergieanlage mit dem Merkmal nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Der Erfindung liegt das Konzept zugrunde, für eine Windenergieanlage einen im wesentlichen geschlossenen Kühlkreislauf vorzusehen, so daß keine oder praktisch keine Außenluft für die Kühlung verwendet werden muß. Hierbei zirkuliert die Kühlluft innerhalb der Windenergieanlage von deren Gondel bis in den Turm bzw. zum Fuß der Windenergieanlage und die von dem Kühlmedium, bevorzugt Luft, bei der Kühlung aufgenommene Energie wird über den Turm der Windenergieanlage abgegeben. Der Turm der Windenergieanlage ist stets dem Wind ausgesetzt, so daß der Turm der Windenergieanlage als Kühlelement oder Wärmetauscher dient, welche die aufgenommene Energie an den den Turm umstreichenden Wind abgibt.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Konzeptes ist es, daß der Turm durch seine Funktion als Wärmetauscher und als tragendes Teil der Windenergieanlage auch bei sehr kalten Außentemperaturen von ca.  $-20^{\circ}$  bis  $-30^{\circ}\text{C}$  von innen her aufgeheizt wird. Dadurch kann die Windenergieanlage auch dann noch in Betrieb bleiben. Nach bisherigem Stand der Technik muß ein spezieller kältefester Stahl für sehr kalte Standorte wie z.B. Nord-Schweden, Norwegen, Finnland, Kanada usw. eingesetzt werden.

Es ist auch möglich, wenn dies wegen sehr niedriger Außentemperaturen unterhalb des Gefrierpunktes erwünscht ist, die Erwärmung der Rotorblätter mit an den Kühlkreislauf anzuschließen, so daß für die Erwärmung der Rotorblätter nicht eigene Energie aufgebracht werden muß.

Die Kühlung des Kühlmediums durch den Turm erfolgt dadurch, daß am Turm selbst (innen- oder außenseitig) wenigstens ein Luftkanal ausgebildet wird, durch welchen die erwärmte Luft strömt, damit sie ihre Energie zumindest teilweise an die Turmwandung abgeben kann.

Ein Luftkanal wird bevorzugt dadurch gebildet, daß der Turm doppelwandig ausgeführt ist, so daß ein Teil des Kühlkanals durch die tragende Wandung des Turms gebildet wird.

Durch die Verwendung des Turms der Windenergieanlage, welcher meist aus Stahl gefertigt ist als Kühlelement bzw. Wärmetauscher, wird ein ohnehin vorhandenes Bauteil, welches jede Windenergieanlage benötigt, in einer vorteilhaften Funktion genutzt. Gewärmte Luft strömt innen im Stahlturm an dessen Außenwand. Diese Außenwand ist sehr großflächig, beispielsweise bei einer 1,5 Megawattanlage etwa 500 qm und bietet daher eine sehr große Aufheiz/Kühlfläche. Der den Turm umstreichende Wind kühlt diesen kontinuierlich ab.

Die mögliche Kühlleistung des Windes steigt mit ansteigender Windgeschwindigkeit an. Dieser Zusammenhang ist in Fig. 1 aufgezeigt. Mit steigender Windgeschwindigkeit steigt ebenfalls die Generatorleistung und damit auch die Verlustleistung. Der Zusammenhang zwischen der Generatorleistung in Abhängigkeit mit der Windgeschwindigkeit ist in Fig. 2 aufgezeigt. Somit können steigende Verlustleistungen relativ leicht abgeführt werden, weil auch die Kühlleistung des Turms der Windenergieanlage mit dem Anstieg der Verlustleistung ansteigt.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Windenergieanlage vom Typ E-66 der Firma Enercon, welche über eine Generatorleistung von 1,5 Megawatt verfügt. Fig. 3 zeigt im Querschnitt eine Windenergieanlage 1 mit einer Gondel 2 am Kopfende, welche von einem Turm 3 getragen wird. Dieser Turm ist im Erdboden verankert (nicht dargestellt).

Die Gondel nimmt den Hauptantriebsstrang der Windenergieanlage auf. Dieser Hauptantriebsstrang besteht im wesentlichen aus einem Rotor 4 mit daran angebrachten Rotorblättern 5 (nur im Ausriß dargestellt) sowie einem mit dem Rotor

verbundenen Generator 3, welcher seinerseits einen Generatorläufer 6 und einen Generatorstator 7 aufweist. Dreht sich der Rotor und damit der Generatorläufer, wird elektrische Energie, beispielsweise als Wechselstrom (Gleichstrom) erzeugt.

Ferner weist die Windenergieanlage einen Transformator 8, sowie diesem vorgeschaltet ein Wechselrichter 9 auf, wobei der Wechselrichter dem Transformator die elektrische Energie in der Form eines Wechsel- bzw. Drehstroms zuführt. Der Transformator speist die von der Windenergieanlage erzeugte Energie in ein Netz, vorzugsweise ein Mittelspannungsnetz (nicht dargestellt).

Der Turm ist - wie in Fig. 3 zu erkennen - zum Teil doppelwandig ausgeführt und bildet in dem doppelwandigen Bereich jeweils einen Kühlkanal aus. In diesem Kühlkanal ist ein Ventilator (es können auch mehrere Ventilatoren vorgesehen werden) 10 ausgebildet, welcher die Luft durch die Kühlkanäle treibt.

Fig. 4 zeigt im Querschnitt entlang der Linie A-A nach Fig. 3 die Turmwandung. Hierbei ist zu sehen, daß im dargestellten Beispiel zwei Kühlkanäle 11, 12 ausgebildet sind, in dem der Turm über einen bestimmten Bereich doppelwandig ausgeführt ist. Die vom Generator erwärmte Luft fließt nunmehr über einen Luftkanal 12 aus den Maschinen heraus (Gondel) in den oberen Turmbereich. Dort wird die erwärmte Luft an die Innenseite des Stahlturms gelenkt. Der Stahlurm ist - wie bereits erwähnt - auf einer großen Länge, beispielsweise von ca. 50 bis 80% doppelwandig mit einer Außenwand 13 und einer Innenwand 14 ausgeführt und bildet dort den Kühlkanal 11. Die innenliegende Wand 14 in dem Kühlkanal kann hierbei aus einem einfachen Material, z.B. Kunststoff oder einem Segeltuch bestehen. Die erwärmte Luft vom Generator 3 muß nun über eine große Strecke an der Innenseite des Stahlturms 1 entlangströmen. Dabei wird der Turm bzw. dessen Stahl großflächig aufgewärmt und die Luft hierbei abgekühlt. Im unteren Bereich des Turms befindet sich der Wechselrichter 9 und der Mittelspannungstransformator 8 (und/oder weitere elektrische Einrichtungen). Auch diese Bauteile müssen gekühlt werden. Die abgekühlte Generatorluft wird nun als erstes durch den Wechselrichter geführt. Hiermit werden die Einrichtungen der Leistungselektronik aktiv abgekühlt. Die aus dem Wechselrichter austretende Luft wird nunmehr zum Transformator weitergeleitet und kühlt auch den Transformator. Anschließend steigt die Luft über den zweiten Kühlkanal 12 wieder nach oben zum Maschinenhaus und zum Generator.

Der Kühlkreislauf ist somit geschlossen und es muß nicht notwendigerweise von außen her gekühlte Luft herangeführt werden.

Zur Kühlung aller Bauteile, insbesondere der empfindlichen Bauteile, der Windenergieanlage wird somit stets die gleiche Luft verwendet.

Falls notwendig, können selbstverständlich auch Luftfilter und weitere Kühleinrichtungen (z.B. Wärmetauscher) im Kühlkanal untergebracht werden, falls dies erwünscht ist.

Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, daß keine salzhaltige oder feuchte Luft die empfindlichen Komponenten wie Generator, Wechselrichter und Transformator berührt bzw. hiermit in Kontakt kommt. Innerhalb des Maschinenhauses und des Turmes ist die Korrosionsgefahr damit drastisch verringert. In der Windenergieanlage, insbesondere in dessen Turm kann sich keine Schimmel- oder Pilzbildung einstellen.

Insgesamt wird für die Kühlung der gesamten Windenergieanlage erheblich weniger Energie als bisher benötigt, da die (sekundäre) Kühlleistung außen am Turm vom Wind erbracht wird.

Durch Ausbildung von Kühlkanälen in den Rotorblättern und durch den Anschluß dieser Kühlkanäle an den erfindungsgemäßen Kühlkreislauf ist es auch möglich, die von dem Generator erwärmte Luft zunächst in die Kühlkanäle der Rotorblätter einzuleiten, so daß in der kalten Jahreszeit, insbesondere bei Temperaturen um den Gefrierpunkt, die Rotorblätter enteist werden können. Die Ausbildung von Kühlkanälen in einem Rotorblatt ist beispielsweise auch bekannt aus DE 195 28 862.9.

Die Ausbildung der Kühlkanäle im Maschinenhaus erfolgt durch entsprechende Wandungen und Luftleiteinrichtungen, mittels denen die Luft so gelenkt wird, daß sie auf die Elemente, wie z.B. den Generator trifft.

Es sollte die Kühlleistung des Turmes - beispielsweise an sehr warmen Tagen - nicht ausreichen, ist es auch möglich, in den Kühlkreislauf weitere Kühlelemente wie z.B. übliche Wärmetauscher einzuschließen.

Figur 5 zeigt eine alternative Ausführungsform des Kühlkreislaufs gemäß Figur 3. Hierbei ist zu sehen, daß die Windenergieanlage zwei separate und unabhängige geschlossene Kühlkreisläufe 15, 16 aufweist, die jeweils die aufgenommene Wärme an den Turm abgeben. Die beiden Kühlkreisläufe 15, 16 sind jedoch - anders als in Figur 3 dargestellt - voneinander getrennt. Hierbei weist jeder einzelne

der Kühlkreisläufe 15, 16 am Wendepunkt innerhalb des Turms 3 eine Durchföhrung oder einen Querkanal auf, so daß die turmabströmende bzw. turmaufströmende Luft an die jeweils gegenüberliegende Seite des Turms gelenkt wird und somit weiter abgeköhlt jeweils zur zu kühlenden Einheit, sei es den Generator oder die Leistungselektronik geführt wird.

Figur 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Windenergieanlage. Hierbei ist durch das Innere des unteren Turmabschnitts ein Luftkanal, beispielsweise ein Abluftschauch 17 geführt. Dieser kann beispielsweise sehr einfach auch bei einer bestehenden Windenergieanlage nachgerüstet werden und im Turm 3 befestigt (aufgehängt) werden. Durch diesen Abluftschauch 17 wird erwärmte Luft, die von einem Leistungsschrank 18, beispielsweise 600 kW Leistungsschrank stammt vom Turmboden nach oben geführt und tritt am Ausgang des Abluftschauchs 17 in den Turm. Von dort strömt die erwärmte Luft nach Abkühlung an der Turmwandung wieder nach unten und kann dort von einer Lüftungseinrichtung 20 (für Zuluft), die über eine Lüfthaube 19 an den Leistungsschrank 18 gekoppelt ist, wieder angesaugt werden. Der Abluftschauch 17 kann direkt am Luftaustritt des Leistungsschranks 18 angeschlossen sein oder am Eingang des Abluftschauchs 17 ist eine zweite Lüftungseinrichtung 21 vorgesehen, die die erwärmte Luft des Leistungsschranks 18 ansaugt und in den Abluftschauch 17 bläst. Der Abluftschauch ist bevorzugt aus Kunststoff und somit sehr leicht ausführbar und verfügt über ein sehr geringes Gewicht, was seine Befestigung und seine Nachrüstung bei einer Windenergieanlage erleichtert.

Zur Verbesserung der Kühlwirkung der Gondel 2 kann diese vollständig oder teilweise aus Metall, bevorzugt Aluminium ausgeführt werden, um somit auch die Kühlwirkung der Gondel, welche ständig vom Wind umströmt wird, auszunutzen und damit die Generatorkühlung zu verstärken. Hierzu kann es auch vorteilhaft sein, die Gondel innenseitig mit einer oberflächenvergrößernden Struktur, beispielsweise Kühlrippen auszustatten.

Wie erste Versuche zeigen, ist die Ausführung eines geschlossenen Kühlkreislaufs unter Verwendung des in Figur 6 gezeigten Luftkanals äußerst effektiv und besonders kostengünstig, weil die Investition, die für einen Ablauf einen Luftkanal, insbesondere einen Kunststoffabluftschauch benötigt werden, nur sehr gering sind im Vergleich zu einem Wärmetauscher und dessen ständigen Unterhaltungskosten. Darüber hinaus ist die Kühlung äußerst effektiv.



### Ansprüche

1. Windenergieanlage (1) mit einem völlig geschlossenen oder wenigstens teilweise geschlossenen Kühlkreislauf, bei welchem die aus dem Kühlkreislauf abzuführende Wärme über den Turm (3) oder die Gondel (2) der Windenergieanlage (1) abgegeben wird.
2. Windenergieanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Turm (3) wenigstens einen Kühlkanal (11, 12) aufweist, durch den das Kühlmedium, vorzugsweise Luft, tritt.
3. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Kühlkreislauf sowohl der Antriebsstrang (3, 4) der Windenergieanlage oder Teile des Antriebsstrangs und/oder die elektrischen Einrichtungen (8, 9) zur Umformung der elektrischen Energie angeschlossen sind.
4. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Turm (3) über wenigstens zwei Abschnitte entlang seiner Längsachse doppelwandig ausgeführt ist (Fig. 4) und ein doppelwandiger Bereich einen Kühlkanal (12, 11) bildet, bei welchem die in den Kühlkanal eintretende erwärmte Luft ihre Wärme an die Außenwand des Turmes (3) abgibt.
5. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kühlung des Hauptantriebsstrangs (3, 4) wie auch der Einrichtungen (8, 9) der Leistungselektronik im wesentlichen stets die gleiche Luft verwendet wird.
6. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkanal über wenigstens einen Ventilator (10) verfügt, der für eine Zirkulation der Luft innerhalb des Kühlkreislaufes sorgt.
7. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Windenergieanlage auch bei Außentemperaturen von ca. -20°C bis -40°C im Betrieb gehalten werden kann und der Turm durch den Kühlkreislauf erwärmt wird.

8. Verwendung eines Turms einer Windenergieanlage als Kühlelement und/oder Wärmetauscher zur Kühlung von Luft, die durch Wärme erzeugende Einrichtungen, beispielsweise den Antriebsstrang und/oder elektrische Einrichtung zum Umformen der elektrischen Energie, der Windenergieanlage erwärmt wird.

9. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Windenergieanlage wenigstens zwei völlig geschlossene oder wenigstens teilweise geschlossene Kühlkreisläufe aufweist, wobei ein Kühlkreislauf zur Kühlung des Antriebsstrangs der Windenergieanlage und der andere Kühlkreislauf zur Kühlung der elektrischen Einrichtung zur Umformung der elektrischen Energie dient.

10. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Luftleitung vorgesehen ist, welche zum Transport von erwärmter Luft dient.

11. Windenergieanlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftleitung durch einen Schlauch gebildet wird, welcher an einen Wärmeerzeuger, beispielsweise an die Luftaustrittsöffnung einer elektrischen Einrichtung zur Umformung der elektrischen Energie und/oder Teile des Antriebsstrangs (Generator) angeschlossen ist.

12. Windenergieanlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlauch lufteingangsseitig an eine Ventilations-einrichtung (Lüfter) angeschlossen ist, mittels welchem erwärmte Luft in den Schlauch geblasen wird.

13. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 - 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlauch mehr als zehn Meter, vorzugsweise mehr als fünfundzwanzig Meter lang ist und im unteren Teil des Turms so angebracht ist, daß erwärmte Luft, die von einer elektrischen Einrichtung zur Umformung der elektrischen Energie, beispielsweise einem Schaltschrank bzw. einem Leistungsschrank stammt, durch den Schlauch geblasen wird und erwärmte Luft am Schlausausgang wieder austritt, so daß sie sich an der Turmwandung abkühlen kann und wieder zum Turmboden strömt.

14. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gondel aus einem Metall, bevorzugt Aluminium ganz oder teilweise besteht.

15. Windenergieanlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Gondel ganz oder teilweise mit Kühlrippen oder anderen Mitteln zur Vergrößerung der Gondeloberfläche ausgestattet ist.

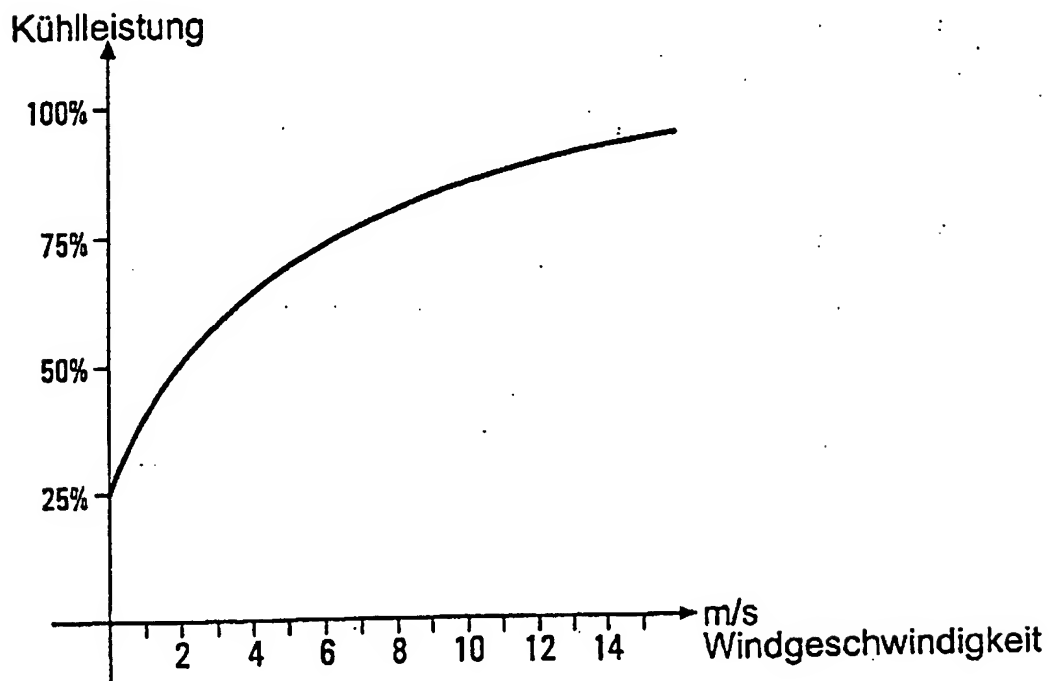


Fig. 1

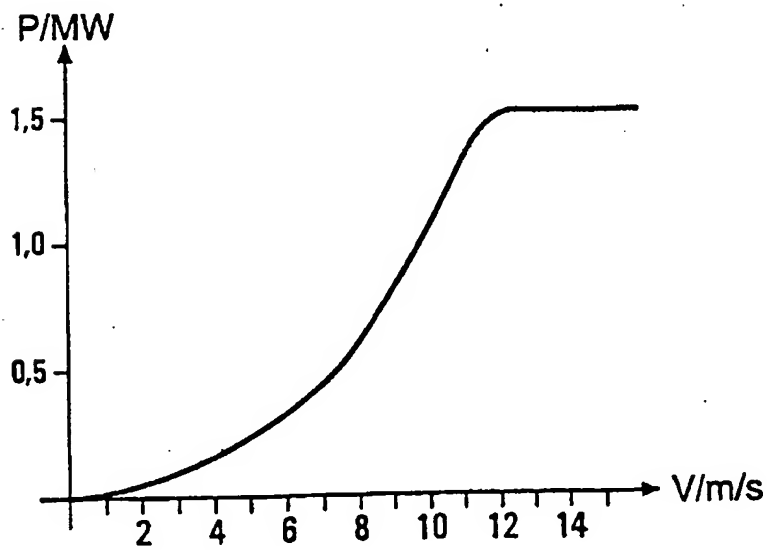


Fig. 2

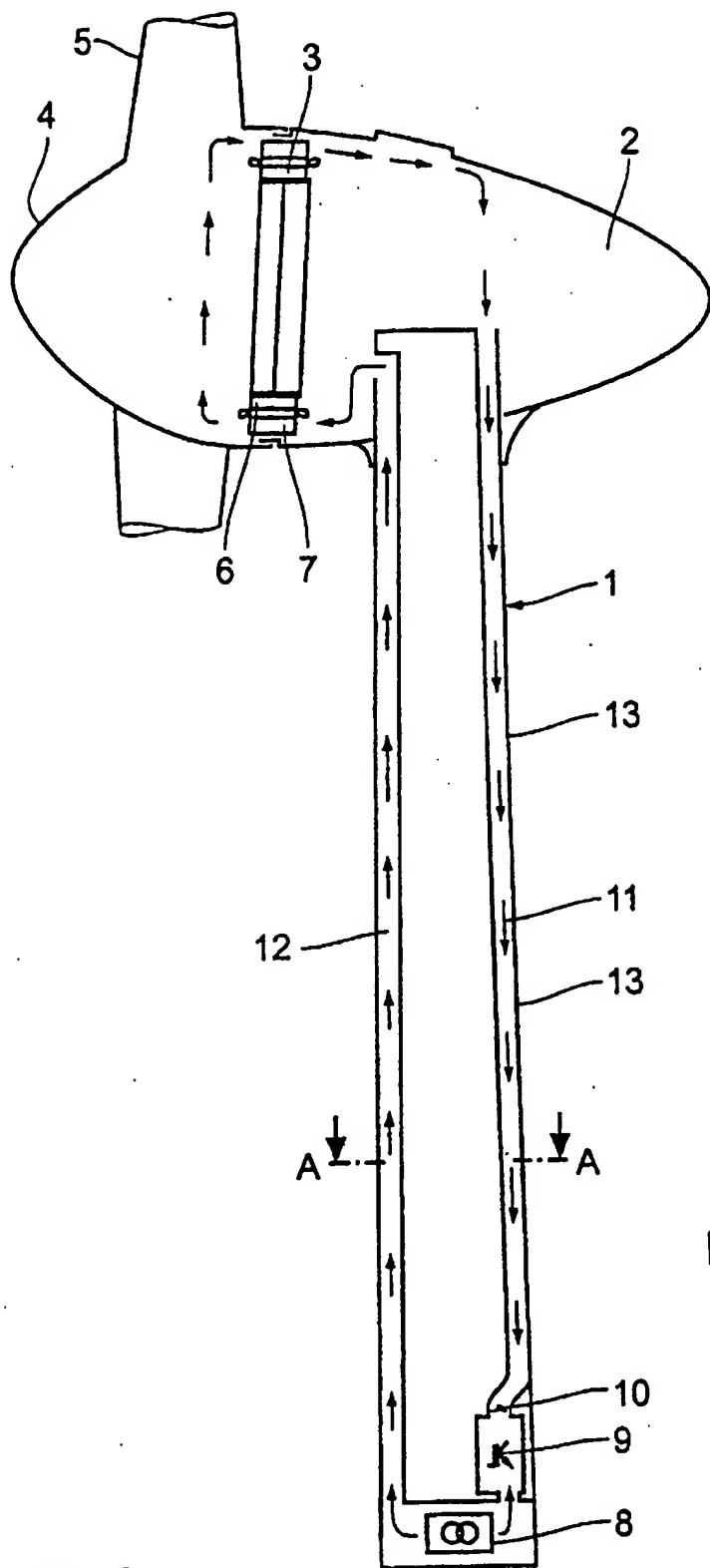


Fig. 3

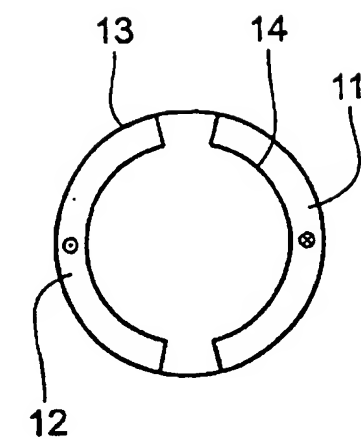


Fig. 4

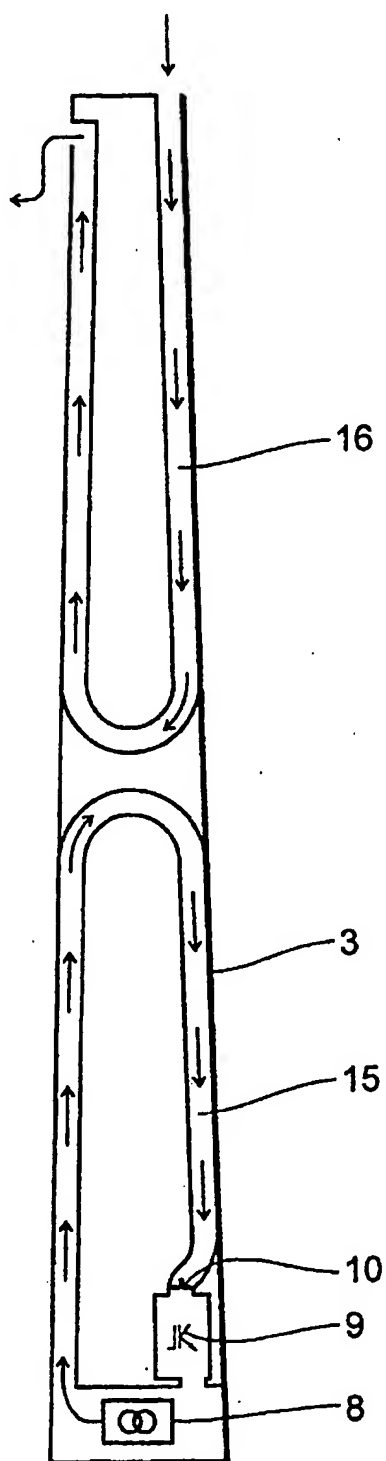


Fig. 5

4 / 4

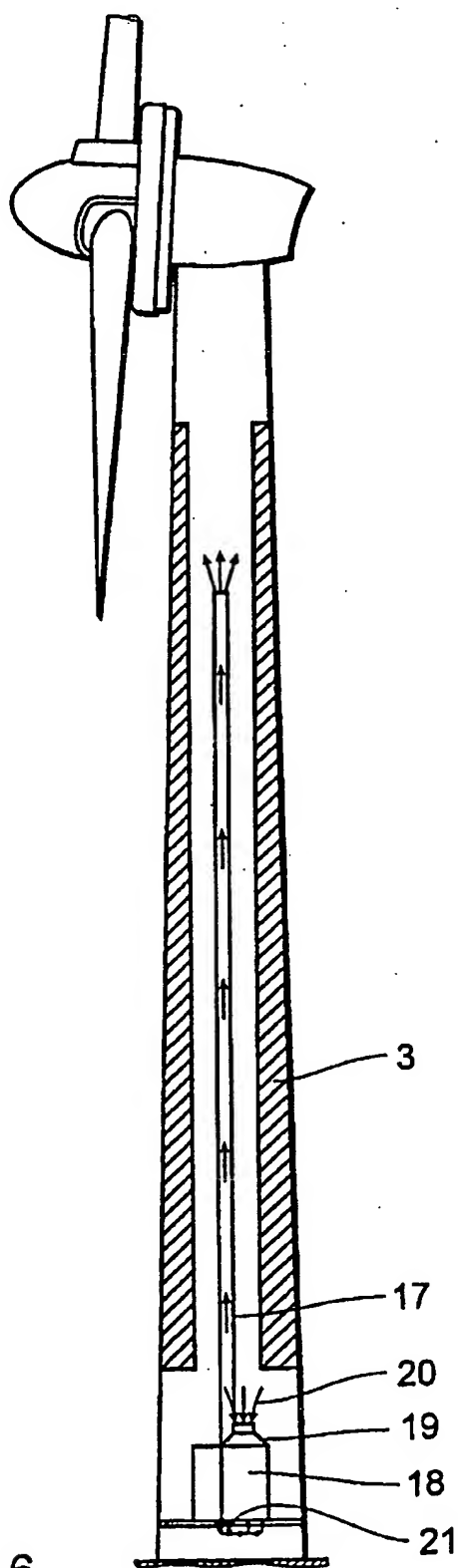


Fig. 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 00/03828

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F03D11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F03D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A          | WO 99 30031 A (SCHNEIDER OSKAR ;SIEMENS AG (DE); KEYSSNER NORBERT (DE))<br>17 June 1999 (1999-06-17)<br>abstract; figure 1 | 1                     |
| A          | DE 195 28 862 A (WOBLEN ALOYS)<br>6 February 1997 (1997-02-06)<br>cited in the application<br>abstract; figure 1           | 1                     |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 July 2000

Date of mailing of the international search report

31/07/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Criado Jimenez, F



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/03828

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 9930031 A                              | 17-06-1999          | NONE                       |                     |
| DE 19528862 A                             | 06-02-1997          | CA 2228145 A               | 20-02-1997          |
|   |                     | CZ 9800314 A               | 15-07-1998          |
|   |                     | WO 9706367 A               | 20-02-1997          |
|   |                     | EP 0842360 A               | 20-05-1998          |
|   |                     | NO 980487 A                | 04-02-1998          |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 00/03828

| <b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b><br>IPK 7 F03D11/00   |  |   |
|---|--|---|
| Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK   |  |   |
| <b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b><br>Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)<br>IPK 7 F03D  |  |   |
| Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen  |  |   |
| Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)<br>EPO-Internal   |  |   |
| <b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>  |  |   |
| Kategorie*  | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                     | Betr. Anspruch Nr.  |
| A   | WO 99 30031 A (SCHNEIDER OSKAR ; SIEMENS AG (DE); KEYSSNER NORBERT (DE))<br>17. Juni 1999 (1999-06-17)<br>Zusammenfassung; Abbildung 1 | 1   |
| A   | DE 195 28 862 A (WOBLEN ALOYS)<br>6. Februar 1997 (1997-02-06)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Zusammenfassung; Abbildung 1             | 1   |
| <input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie   |  |   |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgelieft)<br>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist<br>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist<br>"A" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |  |   |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche<br>24. Juli 2000  |  | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts<br>31/07/2000 |
| Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax: (+31-70) 340-3016  |  | Bevollmächtigter Bediensteter<br>Criado Jimenez, F                |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/03828

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 9930031 A                                       | 17-06-1999                    | KEINE                             |                               |
| DE 19528862 A                                      | 06-02-1997                    | CA 2228145 A                      | 20-02-1997                    |
|  |                               | CZ 9800314 A                      | 15-07-1998                    |
|  |                               | WO 9706367 A                      | 20-02-1997                    |
|  |                               | EP 0842360 A                      | 20-05-1998                    |
|  |                               | NO 980487 A                       | 04-02-1998                    |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**